



⑮ **BUNDESREPUBLIK**
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 41 00 818 A 1**

⑤① Int. Cl.⁵:
F 28 D 17/00

⑳ Aktenzeichen: P 41 00 818.9
㉑ Anmeldetag: 14. 1. 91
㉒ Offenlegungstag: 16. 7. 92

DE 41 00 818 A 1

㉑ **Anmelder:**
Herrmann GmbH + Co. KG, 5840 Schwerte, DE

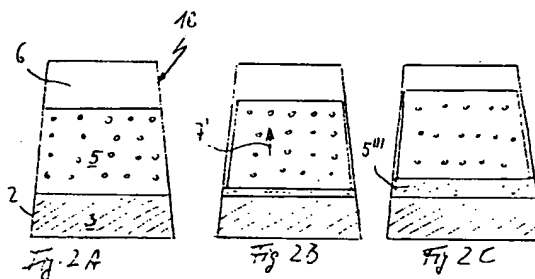
㉒ **Vertreter:**
Meinke, J., Dipl.-Ing.; Dabringhaus, W., Dipl.-Ing.,
Pat.-Anwälte, 4600 Dortmund

㉓ **Erfinder:**
Fieback, Klaus, Dr.-Ing., O-1156 Berlin, DE; Krämer,
Thomas, 6962 Adelsheim, DE; Ahrens, Wolfgang,
Dr.-Ing., 1000 Berlin, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ **Verfahren und Vorrichtung zur Speicherung von Wärme**

⑤⑦ Bei einem Verfahren und einer Vorrichtung zur Speicherung von Wärme unter Einsatz eines verdampfbaren Wärmetransportmediums und eines schmelzbaren Speichermediums soll der Wärmetausch zwischen dem Wärmetransportmedium und dem Wärmespeichermedium verbessert werden, wobei eine Selbstregelung möglich sein soll. Mit einem Verfahren der eingangs bezeichneten Art wird dies dadurch erreicht, daß das Wärmetransportmedium bei der Wärmeabgabe an das Wärmespeichermedium wenigstens kurzzeitigen Druckerhöhungen unterworfen wird, wobei erfindungsgemäß unterschiedliche Vorrichtungsvarianten vorgeschlagen werden, so etwa daß die Wärmespeicherelemente (1b) derart gestaltet sind, daß kegelstumpf- oder pyramidenstumpfförmige Wärmespeichermedien-Blöcke entstehen.



DE 41 00 818 A 1

Die Erfindung richtet sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Speicherung von Wärme unter Einsatz eines verdampfenden Wärmetransportmediums und eines schmelzbaren Wärmespeichermediums, wobei das Wärmetransportmedium im Wärmetausch mit dem Wärmespeichermedium steht.

Es sind eine Reihe von sogenannten Latent-Wärmespeichersystemen bekannt, z. B. statische Speicher, bei denen das Wärmespeichermaterial in Rohrenwabenkörpern (DE-OS 19 28 694) oder Kapseln (DE-OS 23 43 525) enthalten ist. Poröses Speichermaterial zeigt beispielsweise die DE-OS 28 54 880. Bei allen diesen bekannten Lösungen versucht man, eine Optimierung durch bestimmte konstruktive Gestaltungen zu erreichen. Eine andere Lösung streben sogenannte dynamische Latent-Wärmespeicher an, bei denen im Gegensatz zu den statischen Speichern, bei denen das Speichermaterial in Ruhe ist und der Wärmeeintrag durch Wärmeleitung erfolgt, hier das Speichermaterial bewegt ist, um durch Rühren od. dgl. zusätzlich einen konvektiven Wärmeübergang zu erreichen. Hier sei als Beispiel die DE-OS 25 43 686 oder DE-OS 28 57 314 oder DE-OS 32 36 319 genannt. Eine etwas andere Lösung zeigt die AT-3 63 963 oder auch die CH-6 36 427.

Aufgabe der Erfindung ist es, den Wärmeaustausch zwischen Wärmetransportmedium und Wärmespeichermedium zu optimieren, wobei eine Selbstregelung möglich gemacht werden soll.

Mit einem Verfahren der eingangs bezeichneten Art wird diese Aufgabe gemäß der Erfindung dadurch gelöst, daß das Wärmetransportmedium bei der Wärmeabgabe an das Wärmespeichermedium wenigstens kurzzeitigen Druckerhöhungen unterworfen wird.

Die Erfindung bedient sich des Zusammenhanges zwischen Dampfdruck und Siedetemperatur eines Wärmetransportmediums und benutzt den Dampfdruck als Steuergröße des Speicherbetriebes. Dies führt bei ansonst gleichen Bedingungen gegenüber den bekannten Lösungen zur wenigstens kurzzeitigen Erhöhung der Temperaturdifferenzen zwischen Speichermedium einerseits und Transportmedium andererseits, so daß sich die Wärmeeintragsleistung damit unmittelbar erhöht. Von ganz besonderem Vorteil ist die Erfindung beim Laden derartiger Speicher.

In Ausgestaltung ist vorgesehen, daß die kurzzeitigen Druckerhöhungen des Wärmetransportmediums stufenweise vorgenommen werden, so daß sich über den gesamten Weg des Wärmetransportmediums durch das Wärmespeichermedium hindurch höhere Temperaturdifferenzen zwischen den beiden Medien ergeben, was zu den oben genannten Vorteilen führt.

Zur Lösung der gestellten Aufgabe sieht die Erfindung auch Vorrichtungen unterschiedlicher Gestaltungen vor.

Eine besonders vorteilhafte Gestaltung einer solchen Vorrichtung zeichnet sich dadurch aus, daß Wärmespeicherelemente, die das Wärmespeichermedium beinhalten, vorgesehen sind, in etwa kegelstumpf- oder pyramidenstumpfförmiger Gestaltung. Die Wirkungsweise einer solchen Gestaltung ist weiter unten noch näher beschrieben.

Bei einer derartigen Vorrichtung kann erfindungsgemäß vorgesehen sein, daß in einem Wärmespeicher eine Vielzahl von nebeneinander und/oder übereinander angeordneten Speicherelementen vorhanden sind. Diese Lösung ist insbesondere dann zweckmäßig, wenn die

einzelnen Speicherelemente in einer Grundgröße werkseitig hergestellt werden und dann je nach Größe des zu bildenden Wärmespeichers dort zu einer Mehrzahl in einer Ebene zusammengefaßt oder auch in mehreren Ebenen übereinander angeordnet werden können, um die Kapazität derartiger Vorrichtungen zu vergrößern.

Zur Lösung der gestellten Aufgabe ist es auch möglich, die Vorrichtung derart zu gestalten, daß elastische Wellrohre oder -schläuche als Speicherelemente vorhanden sind wobei in Ausgestaltung vorgesehen sein kann, daß der Durchmesser der Wellrohre oder -schläuche über die Länge gesehen kleiner ausgebildet ist.

Eine gegenüber den vorgenannten Gestaltungen abweichende, das Erfindungsprinzip nutzende Gestaltung der Vorrichtung besteht nach der Erfindung auch darin, daß zwischen Gasraum und Wärmespeichermedium ein Lochboden mit regelbaren Drosselöffnungen vorgesehen ist, über die dann die Druckbeeinflussung vorgenommen werden kann.

Eine technisch einfache Gestaltung ist dabei darin zu sehen, daß auf dem Lochboden Drosselklappen mit einem einstellbaren Drosselwiderstand vorgesehen sind, etwa mit in Schließrichtung wirkenden einstellbaren Federn, wobei sichergestellt sein soll, daß immer wenigstens ein gewisser Querschnitt der Drosselöffnungen als Durchströmbereich zur Verfügung steht.

Die Erfindung ist nachstehend anhand der Zeichnung beispielsweise näher erläutert. Diese zeigt in den

Fig. 1A bis 1C ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit Welschläuchen, in

Fig. 2A bis 2C eine vereinfachte Wiedergabe der Vorrichtung als Kegelstumpf jeweils in unterschiedlichen Verfahrensständen sowie in

Fig. 3 ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung ebenfalls in schematischer, vereinfachter Darstellung.

Die in den Fig. 1A in unterschiedlichen Verfahrensständen dargestellte, allgemein mit 1 bezeichnete Vorrichtung stellt ein mit 1a bezeichnetes Wärmespeicherelement in Wellrohrgestaltung dar. Dieses Wärmespeicherelement besteht im Ruhezustand aus drei Bereichen, nämlich einem unteren Sumpf- oder Vorratsbereich 2 für ein mit 3 bezeichnetes Wärmetransportmittel, einem mittleren Bereich 4, ausgefüllt von einem Speichermaterial 5 und einem oberen Gas- oder Dampf- raum 6, der sich bei Betrieb der Vorrichtung 1 mit dampfförmigem Wärmetransportmittel 3' füllt.

In Fig. 1B ist die Situation dargestellt, daß durch Wärmezufuhr zum Wärmetransportmittel 3 dieses randseitig das Speichermaterial 5 aufschmilzt, die Randzonen sind deshalb in Fig. 1B mit 5' bezeichnet und sollen flüssiges Speichermaterial bedeuten. Da auch und vor allem im unteren Bereich zwischen flüssigem Wärmetransportmedium 3 und Speichermaterial 5 ein Flüssigkeitsbereich 5'' des Speichermaterials entsteht, schwimmt das Speichermaterial um einen geringen Betrag nach oben, was durch einen Pfeil 7 in Fig. 1B bzw. Fig. 1C angedeutet ist. Damit stoßen in den nach innen ragenden Bereichen des Wellrohres 1a' die entsprechenden, nach außen ragenden Vorsprünge des noch nicht aufgeschmolzenen Speichermaterials 5 aneinander, so daß kleine Reservoirs 5''' mit flüssigem Speichermaterial entstehen, wie dies in Fig. 1C angedeutet ist. Durch weitere Wärmezufuhr und weiteres Aufschmelzen wird der Druck im Bereich dieser Reservoirs 5''' und unterhalb des noch nicht verflüssigten Speichermaterials erhöht und damit der Wärmeübergang zwischen Wärmetransportmedium und Speichermaterial gesteigert.

Bei dem Beispiel nach den Fig. 1A bis 1C erfolgt dies ruck- oder intervallartig. Wenn nämlich durch den erhöhten Wärmeübergang wiederum ein Teil des Speichermaterials aufgeschmolzen ist schwimmt dieses wieder um ein Stock gemäß Pfeil 7 nach oben, der Druck sinkt kurzfristig wieder ab und der Kleinzyklus der Druckerhöhung durch Verkanten oder Verklemmen des noch nicht aufgeschmolzenen Speichermaterials 5 beginnt von neuem. Damit ist eine unmittelbare Selbstregelung im System sichergestellt.

Bei dem System in, den Fig. 2A bis 2C ist dies grundsätzlich ähnlich, wenn auch erreicht durch andere geometrische Formen. Hier ist die Vorrichtung 1 als kegeltumpf- bzw. pyramidenstumpfförmiges Speicherelement 1b gestaltet, wobei hier ansonsten die Bereiche, nämlich Wärmetransportmittelreservoir 3, Wärmespeichermedium 5 und Gasraum 6, die gleichen Bezugszeichen tragen, wie beim Ausführungsbeispiel nach den Fig. 1A bis 1C.

Auch hier ist die Wirkungsweise ähnlich wie bereits oben zu den Fig. 1A bis 1C dargestellt. Hier schwimmt der kegeltumpfförmige Speichermaterialklotz 5 nach bereichsweisem Abschmelzen aufgrund der Wärmeabgabe durch das Wärmeübertragungsmedium 3 nach oben gemäß Pfeil 7 in Fig. 2B.

Durch die sich verjüngenden Seitenwände des Speicherelementes 1b erfolgt kurzfristig später wiederum der Seitenkontakt mit den Seitenwänden des Speicherelementes 1b und danach erfolgt durch kurzfristige Druckabsenkung durch das Aufschwimmen nunmehr eine erneute Druckerhöhung durch das Nachschmelzen des Speichermaterials im unteren Bereich, der auch hier in Fig. 2G mit 5'' bezeichnet ist.

In Fig. 3 ist schließlich wiederum ein abgewandeltes Ausführungsbeispiel dargestellt, wobei hier das Wärmespeicherelement mit 1c bezeichnet ist.

Im unteren Flüssigkeitsreservoir oder Sumpf 3 ist ein unterer Wärmeaustauscher 8 dargestellt, während im Gasraum 6 ein oberer Wärmeaustauscher 9 angedeutet ist, wobei an dieser Stelle erwähnt sei, daß unmittelbar die Gefäßwände als Wärmetauscherflächen gestaltet sein können, die Wärmeaustauscher 8 und 9 sollen hier symbolisch nur die Wärmezufuhr bzw. Wärmeabfuhr in diesem Bereich andeuten.

Im Unterschied zu den Ausführungsbeispielen nach den Fig. 1 und 2 ist beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 3 zwischen dem Wärmespeichermedium 5 und dem Gasraum 6 ein Lochboden 10 vorgesehen, der, wie angedeutet, eine Mehrzahl von Drosselöffnungen 11 trägt, die wenigstens zum Teil oben von Drosselklappen 12 beaufschlagt sind.

Ohne daß dies näher dargestellt ist, soll wenigstens ein Teil der Drosselöffnungen 11 entweder grundsätzlich ohne Drosselklappen ausgerüstet sein oder aber die Drosselklappen eine solche Niedrigstellung erreichen, daß immer noch ein gewisser Gasdurchtritt des gasförmigen Wärmetauschermediums 3 sichergestellt ist.

Die Wirkungsweise ist dabei die folgende:

Strömt eine gewisse Gasmenge des verdampften Wärmetauschermediums 3 durch den Lochboden, werden durch den Gasstrom die Drosselklappen geöffnet, die entweder durch die Schwerkraft oder durch vorbestimmte Schließfedern od. dgl. dieser Öffnungsbewegung entgegenwirken, derart, daß sich unterhalb des Lochbodens der Druck im gasförmigen Wärmetauschermedium mit der Maßgabe erhöht, daß sich dadurch auch, wie bereits beschrieben, die Wärmeübertragungsleistung erhöht und ein besseres Aufschmelzverhalten

die Folge ist.

Dargestellt ist auch noch, daß ein gewisser Abstand zwischen Oberfläche, Speichermaterial 5 und Lochboden 10 vorhanden ist, dies soll andeuten, daß es hier zu einem gewissen Aufschwimmen kommen kann, wobei der Abstand so getroffen ist, daß etwa noch nicht verflüssigtes Wärmetauschermedium nicht die Durchtrittsöffnungen 11 im Lochboden zusetzt oder verkrustet.

Natürlich sind die beschriebenen Ausführungsbeispiele der Erfindung noch in vielfacher Hinsicht abzuändern, ohne den Grundgedanken zu verlassen. So können auch andere geometrische Formen des Wärmespeichermediums vorgesehen sein, die Wellrohre können sich z. B. von unten nach oben verjüngen. Auch können statt der Drosselklappen beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3 Überdruckventile mit sensiblem Ansprechverhalten vorgesehen sein u. dgl. mehr.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Speicherung von Wärme unter Einsatz eines verdampfenden Wärmetransportmediums und eines schmelzbaren Wärmespeichermediums, wobei das Wärmetransportmedium im Wärmetausch mit dem Wärmespeichermedium steht, dadurch gekennzeichnet, daß das Wärmetransportmedium bei der Wärmeabgabe an das Wärmespeichermedium wenigstens kurzzeitigen Druckerhöhungen unterworfen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die kurzzeitigen Druckerhöhungen des Wärmetransportmediums stufenweise vorgenommen werden.
3. Vorrichtung zur Speicherung von Wärme in einem Behälter mit einem Sumpf mit einem Lade-Wärmeaustauscher und einem Dom mit einem Entlade-Wärmeaustauscher sowie mit einem schmelzbaren Wärmespeichermedium und einem verdampfenden Wärmetransportmedium, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 1 oder 2, gekennzeichnet durch etwa kegeltumpf- oder pyramidenstumpfförmige, das Wärmespeichermedium beinhaltende Wärmespeicherelemente (1b).
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß in einem Wärmespeicher (1) eine Vielzahl von nebeneinander und/oder übereinander angeordneten Speicherelementen (1a, 1b) vorgesehen ist.
5. Vorrichtung zur Speicherung von Wärme in einem Behälter mit einem Sumpf mit einem Lade-Wärmeaustauscher und einem Dom mit einem Entlade-Wärmeaustauscher sowie mit einem schmelzbaren Wärmespeichermedium und einem verdampfenden Wärmetransportmedium, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß elastische Wellrohre oder -schläuche (1a') als Speicherelemente (1a) vorgesehen sind.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchmesser der Wellrohre oder -schläuche (1a') über die Länge gesehen kleiner werdend ausgebildet ist.
7. Vorrichtung zur Speicherung von Wärme in einem Behälter mit einem Sumpf mit einem Lade-Wärmeaustauscher und einem Dom mit einem Entlade-Wärmeaustauscher sowie mit einem schmelzbaren Wärmespeichermedium und einem ver-

dampfbares Wärmetransportmedium, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen Gasraum (6) und Wärmespeichermedium (5) ein Lochboden (10) mit regelbaren Drosselöffnungen (11) vorgesehen ist. 5

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß auf dem Lochboden (10) Drosselklappen (12) mit einem einstellbaren Öffnungswiderstand vorgesehen sind. 10

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

– Leerseite –

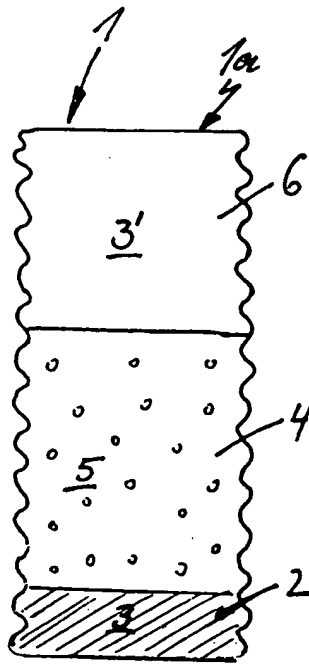


Fig. 1A

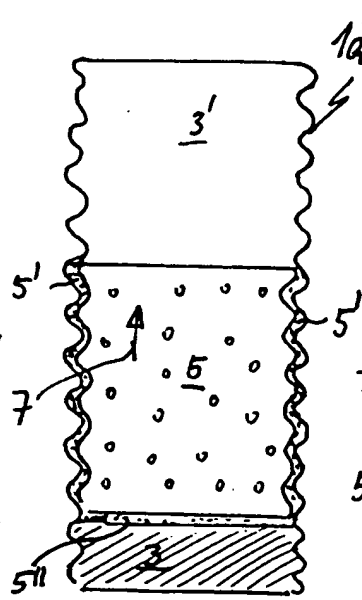


Fig. 1B

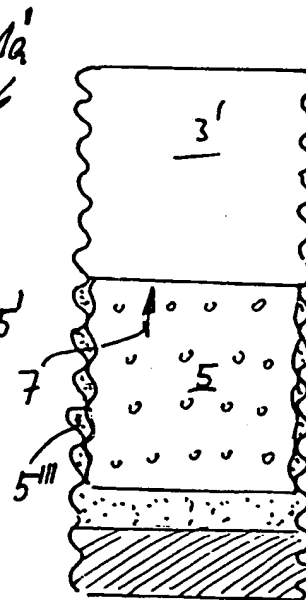


Fig. 1C

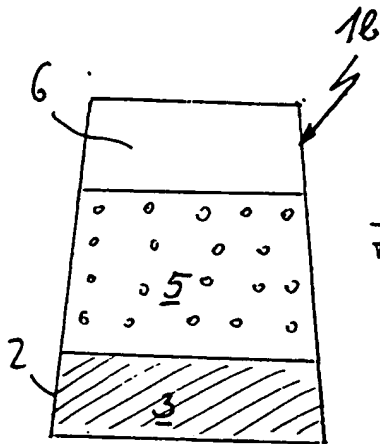


Fig. 2A

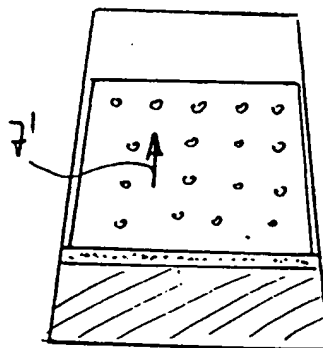


Fig. 2B

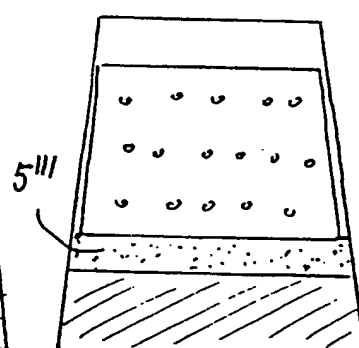


Fig. 2C

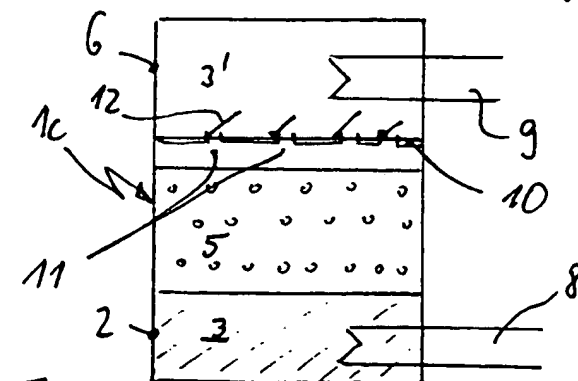


Fig. 3